

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-295504

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G02B 3/00
G02F 1/1335

(21)Application number : 10-098946

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 10.04.1998

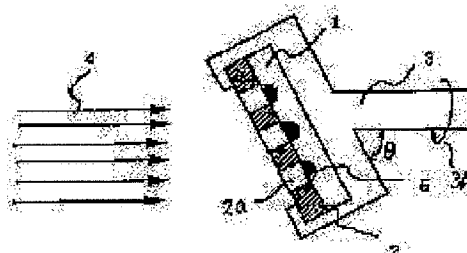
(72)Inventor : NAKAMAE KAZUO
KATAYAMA MAKOTO

(54) MANUFACTURE OF PLANAR MICROLENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method capable of easily manufacturing a planar microlens of high accuracy at a low cost.

SOLUTION: In this manufacturing method of a planar microlens, a silica-based glass substrate 1 is prepared and by irradiating the plural areas of the substrate with X-rays 4 so as to generate the microlens 5 in the respective plural areas, the refractive indexes of the plural areas are locally raised. Thus, the planar microlens is easily manufactured without the need of many complicated processes. Especially, an X-ray mask is repeatedly used for any number of times without the need of forming it for every glass substrate like a mask 21a.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of planar microlens raising locally a refractive index of two or more of said fields by preparing a silica system glass substrate, and irradiating said two or more fields with X-rays so that a micro lens may be produced in each of two or more fields of said substrate.

[Claim 2]An X ray mask pattern which has two or more penetrable openings to said X-rays corresponding to each of said micro lens is arranged to relative position relation parallel substantially and fixed about the surface of said substrate, While said X-rays are irradiated by said substrate via said mask pattern, it is rotated by the surroundings of the fixed axis of rotation parallel to an optic axis of said X-rays, said substrate maintaining said relative position relation with said mask pattern, A manufacturing method of the planar microlens according to claim 1, wherein the surface of said substrate does not lie at right angles to said axis of rotation between the rotation.

[Claim 3]A manufacturing method of the planar microlens according to claim 2, wherein an angle which the surface of said substrate and said axis of rotation make is changed into said X-ray irradiation.

[Claim 4]An X ray mask pattern is substantially arranged in parallel about the surface of said substrate, Said mask pattern has two or more hollows or openings which have predetermined thickness and penetrate said at least a part of X-rays corresponding to each of said micro lens, A manufacturing method of the planar microlens according to claim 1, wherein a caliber of those hollows or an opening is changed in a thickness direction of said mask pattern and it is irradiated with said X-rays by said substrate via this mask pattern.

[Claim 5]An X ray mask pattern which has two or more penetrable openings to said X-rays corresponding to each of said micro lens is substantially arranged in parallel about the surface of said substrate, A manufacturing method of the planar microlens according to claim 1, wherein said mask pattern is vibrated including a two-dimensional vibration component parallel to the field while said X-rays are irradiated by said substrate via said mask pattern.

[Claim 6]A manufacturing method of planar microlens given in one paragraph of claims 1-5, wherein said silica system glass substrate consists of silica glass which does not contain an alloying element.

[Claim 7]A manufacturing method of planar microlens given in one paragraph of claims 1-5, wherein said silica system glass substrate contains at least one chosen from germanium, titanium, a zirconium, Lynn, and aluminum as an alloying element.

[Claim 8]A manufacturing method of the planar microlens according to claim 7, wherein concentration of an alloying element contained in said substrate is changed about a depth direction.

[Claim 9]A manufacturing method of planar microlens given in one paragraph of claims 1-8, wherein said X-rays include energy of 0.531keV - 10keV within the limits.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to facilitation and highly-precise-izing of the manufacturing method especially about the manufacturing method of the planar microlens used as an optical element in a liquid crystal projector, the light-receiving-and-light-emitting circuit for optical communications, a printer, a copying machine, a facsimile, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art]In drawing 5, the part is shown by the fracture perspective view and an example of planar microlens is shown in drawing 6 by the rough sectional view where the optical effect of such planar microlens is rough. In these figures, the array of two or more micro lenses 22 is formed in the surface of the glass substrate 20. These micro lenses 22 have a refractive index higher than the host phase of the substrate 20. That is, when the parallel ray 23 enters, the micro lens 22 may produce the operation which condenses those incident light to the focus F, as shown in drawing 6.

[0003]A typical example of the production art of such planar microlens is indicated by "the small optical element for an optical system designer", an optronics company, and the 26th page - 28 pages. In drawing 7, the production art by the typical advanced technology of such planar microlens is illustrated with the rough sectional view.

[0004]In drawing 7 (A), the surface of the glass substrate 20 containing the ion to which the refractive index of glass is reduced is covered with the metallic coating layer 21.

[0005]In drawing 7 (B), the mask pattern 21a containing two or more openings 21b is formed by processing the metallic coating layer 21 using photolithograph art.

[0006]In drawing 7 (C), the glass substrate 20 is immersed into the fused salt containing the ion which raises the refractive index of glass. And the ion to which the refractive index of glass is reduced, and the ion which raises a refractive index are made to exchange only via the opening 21b of the mask 21a, and the micro lens 22 is formed of it as represented and illustrated by the arrow.

[0007]Then, planar microlens is obtained by removing the mask 21 as shown in drawing 7 (D).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]As mentioned above, the conventional typical manufacturing method of planar microlens needs many processes like formation of a metallic coating layer, formation of the mask by patterning a metallic coating layer, the ionic exchange through a mask, and removal of a mask, and is complicated. Since it is accompanied by diffusion of ion between ionic exchange in the conventional manufacturing method, it is difficult to produce the planar microlens which has a lens diameter of 10 micrometers or less.

[0009]In view of the technical problem of the manufacturing method of such conventional planar microlens, an object of this invention is to provide the method of simple and manufacturing by low cost for highly precise planar microlens.

[0010]

[Means for Solving the Problem]In a manufacturing method of planar microlens by this invention, it is characterized by raising a refractive index of a field of these plurality locally by preparing a

silica system glass substrate, and irradiating a field of these plurality with X-rays so that a micro lens may be produced in each of two or more fields of the substrate.

[0011]Therefore, according to the manufacturing method of planar microlens of this invention, it is complicated like local ionic exchange in a conventional method, and a process that time and effort starts is not needed, but it becomes possible to produce planar microlens simple and with high precision only by irradiating with X-rays locally.

[0012]It is arranged at relative position relation to which an X ray mask pattern which has two or more penetrable openings to X-rays corresponding to each of a micro lens was substantially parallel to, and was preferably fixed about the surface of a substrate, While X-rays are irradiated by substrate via a mask pattern, it is rotated by the surroundings of the fixed axis of rotation parallel to an optic axis of X-rays, a substrate maintaining relative position relation with a mask pattern, and the surface of a substrate does not lie at right angles to the axis of rotation between the rotation. An angle which the surface of a substrate and the axis of rotation make may be changed into X-ray irradiation.

[0013]By irradiating with X-rays with such a form, planar microlens containing a micro lens of two or more convex lens shape may be formed simple.

[0014>About a form of X-ray irradiation, an X ray mask pattern is substantially arranged in parallel on the surface of a substrate, The mask pattern has two or more hollows or openings which have predetermined thickness and penetrate at least a part of X-rays corresponding to each of a micro lens, A caliber of those hollows or an opening is changed in a thickness direction of a mask pattern, and it may be irradiated with X-rays by substrate via this mask pattern.

[0015]Even if it irradiates with X-rays with such a form, planar microlens containing a micro lens of two or more convex lens shape may be produced simple.

[0016]An X ray mask pattern which has two or more penetrable openings to X-rays as a form of X-ray irradiation corresponding to each of a micro lens is substantially arranged in parallel about the surface of a substrate, While X-rays are irradiated by substrate via the mask pattern, a mask pattern may be vibrated including a two-dimensional vibration component parallel to the field.

[0017]Planar microlens containing a micro lens of two or more convex lens shape may be produced simple by such X-ray irradiation of a form.

[0018]Silica glass can be used as a silica system glass substrate, and planar microlens which has very high transmissivity in an infrared area in that case can be obtained.

[0019]On the other hand, a silica system glass substrate may also contain at least one chosen from germanium, titanium, a zirconium, Lanthanum, and aluminum as an alloying element. In a silica system glass substrate containing such an alloying element, a rise of a big refractive index is acquired in the same amount of X-ray irradiation compared with silica glass.

[0020]Concentration of an alloying element contained in a silica system glass substrate may be changed about a depth direction. In a silica system glass substrate, an absorbed amount of X-rays becomes small as a position becomes deep. Therefore, when a substrate containing an alloying element distributed uniformly is used for a depth direction, refractive index distribution corresponding to absorption distribution only depending on the depth of X-rays is formed. Although it is possible to form various different refractive index distribution in a depth direction by controlling energy of X-rays at this time, refractive index distribution in a depth direction can be controlled more freely and certainly by using change of concentration distribution in a depth direction of an alloying element. For example, when concentration of an alloying element is increased in connection with the depth of a substrate, formation of a lens with which a refractive index was raised to a deep position is attained. Conversely, a thin lens can be formed in an emergency with a steep refractive index change if concentration of an alloying element is decreasing in connection with the depth in a substrate.

[0021]As for X-rays which should be irradiated, it is preferred to have the energy of 0.531keV - 10keV within the limits. 0.531keV is the energy of the K edge shell absorption end of oxygen contained in silica system glass, and even if it irradiates with X-rays of an energy level lower than this, a refractive index of silica system glass hardly rises. On the other hand, in X-rays of an energy level of 10 or more keV, an absorbed amount in silica system glass falls about to 1/10 compared with X-rays of 0.531keV. Therefore, a refractive index of silica system glass can be

efficiently raised by irradiating with X-rays which have the energy of 0.531keV – 10keV within the limits.

[0022]

[Embodiment of the Invention]In drawing 1, the manufacturing method of the planar microlens by one embodiment of this invention is illustrated with the typical sectional view. First, the silica system glass plate which contains at least one of a silica glass board or germanium, titanium, a zirconium, and the aluminum as an alloying element as the substrate 1 is prepared. These alloying elements have the operation which increases the effect which raises the refractive index of the glass, when silica glass is irradiated by X-rays. When wished, the concentration of these alloying elements may be changed in the thickness direction of a silica system glass substrate. The changing ratio of the thickness in the micro lens formed or a refractive index is controllable using the concentration change of such an alloying element in the thickness direction of a substrate.

[0023]X-ray mask 2 is arranged on the surface of the glass substrate 1. Only a fixed interval may be separated and arranged although X-ray mask 2 is arranged in contact with the surface of the glass substrate 1 in drawing 1. X-ray mask 2 of predetermined thickness contains the array of the opening 2a of the diameter of fixed corresponding to the caliber of the micro lens 5 which should be formed. Such X-ray mask 2 may be formed by processing a metal sheet by the photolithograph method or the X ray RISOGURAFU method, for example. However, the opening 2a here does not necessarily need to be the hole penetrated spatially, and means the field which may pass at least a part of X-rays 4. That is, X-ray mask 2 may process the metal membrane formed on a radiolucent film like a silicon nitride film.

[0024]It is equipped with the glass substrate 1 and X-ray mask 2 on the sample stage 3. And when X-rays 4 are irradiated via X-ray mask 2 to the glass substrate 1, the sample stage 3 is rotated by the surroundings of the axis of rotation parallel to the optic axis of X-rays 4 as expressed with the arrow 3A. At this time, the surface of the glass substrate 1 does not intersect perpendicularly to this axis of rotation, but is set up make the predetermined angle theta. This angle theta may be changed between X-ray irradiation. In this way, the refractive index of the local area irradiated by X-rays through the opening 2a of the mask 2 among the glass substrates 1 increases, and the micro lens 5 is formed.

[0025]Namely, although X-rays 4 are most irradiated between the rotations 3A of the sample stage 3 near the central part of the opening 2a, Since it is interrupted while a part of X-rays 4 carry out a time jitter with the side attachment wall of the opening 2a with the rotation 3A of the sample stage 3 near the periphery of the opening 2a, the micro lens 5 in which the refractive index was raised to convex lens shape is formed.

[0026]Here, in order to raise the refractive index of silica system glass efficiently, it is preferred to irradiate with the X-rays which have the energy of 0.531keV – 10keV within the limits. That is, 0.531keV is the energy of the K edge shell absorption end of the oxygen contained in silica system glass, and even if it irradiates with the X-rays of an energy level lower than this, the refractive index of silica system glass hardly rises. On the other hand, since the absorbed amount of the X-rays which have the energy of 10 or more keV in silica system glass falls to about [of the absorbed amount of the energy of 0.531keV] 1/10, also when it irradiates with the X-rays which have the energy of 10 or more keV, the efficiency of a refractive-index rise falls remarkably. It is explained by X-ray irradiation in full detail in JP,8-169731,A that the refractive index of silica system glass may be raised.

[0027]In drawing 2, the manufacturing method of the planar microlens by another embodiment of this invention is shown by the typical sectional view. In drawing 2, it is similar with the case of drawing 1, and X-ray mask 6 is arranged on the surface of the glass substrate 1. However, this X-ray mask 6 contains not the breakthrough that has a side attachment wall which intersects perpendicularly with that surface but the array of two or more hollows 6a. Each of these hollows 6a has the caliber gradually decreased toward the glass substrate side from the X line source side.

[0028]The sample stage 3 is equipped with such the glass substrate 1 and X-ray mask 6. The optic axis of X-rays 4 and the surface of the glass substrate 1 and X-ray mask 6 are made to

cross at right angles at this time. If X-rays 4 are irradiated by the glass substrate 1 via X-ray mask 6 in such the state, X-rays 4 will penetrate most in the central part of each hollow 6a, and the transmission quantity of X-rays 4 will decrease in the field near the periphery. As a result, the refractive index of the glass substrate 1 is raised more, so that it is close to the center of the hollow 6a, and the micro lens 5 of convex lens shape is formed.

[0029]Although the caliber of the hollow 6a of X-ray mask 6 is decreased toward the glass substrate side from the X line source side in drawing 2, contrary to this, it cannot be overemphasized that the caliber of the hollow 6a may be decreased toward the X-rays side from the glass substrate side. the hollow 6a -- from both the surfaces of X-ray mask 6 -- ***** -- it may have -- the central part of the hollow from both sides may be connected by micropore.

[0030]In drawing 3 and drawing 4, the manufacturing method of the planar microlens of this invention according to the mode of other operations further is illustrated. The front view of drawing 3 is illustrating roughly the X-ray mask used in this example.

[0031]X-ray mask 2 in drawing 3 contains the array of the opening 2a which has a side attachment wall which intersects perpendicularly with the surface like the case of drawing 1. The frame 7 is equipped with this X-ray mask 2 via the spring 8 and the level drive piezoelectric element 9, and the frame 7 is supported by the vertical-drive piezoelectric element 10. That is, the level drive piezoelectric element 9 and the vertical-drive piezoelectric element 10 can vibrate X-ray mask 2 to a horizontal direction and a perpendicular direction in parallel with the field, respectively.

[0032]The sample stage 3 is equipped with the glass substrate 1, and the X-ray mask of drawing 3 is arranged in parallel with the surface of the substrate 1 as shown in drawing 4. And the array of the micro lens 5 can be formed by irradiating the glass substrate 1 with X-rays 4 via the mask 2, vibrating the mask 2 to a horizontal direction and a perpendicular direction by the piezoelectric elements 9 and 10.

[0033]That is, when X-rays 4 are irradiated in the state where the opening 2a of the mask 2 vibrates to a horizontal direction and a perpendicular direction, compared with the central part of the opening 2a, many X-rays are covered in time in a periphery, and the micro lens 5 in which the refractive index was increased by convex lens shape as the result is formed.

[0034]

[Effect of the Invention]As mentioned above, according to this invention, it becomes possible to manufacture planar microlens simple, without needing the process of complicated a large number like the advanced technology shown in drawing 7. It is not necessary to form an X-ray mask in particular for every glass substrate like the mask 21a in drawing 7, and it can be used repeatedly any number of times.

[0035]Since dotage by it is produced with diffusion of ion in the manufacturing method of drawing 7, formation of a micro lens with a caliber of 10 micrometers or less is difficult, but.

Since X-ray irradiation raises a refractive index, without producing such diffusion in the manufacturing method of this invention, formation of the planar microlens containing a micro lens with a detailed caliber of 10 micrometers or less is also attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a rough sectional view for explaining the manufacturing method of the planar microlens by one embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a rough sectional view for explaining the manufacturing method of the planar microlens by another embodiment of this invention.

[Drawing 3]It is a rough front view of an X-ray mask used for the manufacturing method of the planar microlens by the mode of further others of this invention.

[Drawing 4]It is a rough sectional view for explaining how to produce planar microlens using the X-ray mask of drawing 3.

[Drawing 5]an example of publicly known planar microlens is shown -- rough -- it is a fracture perspective view in part.

[Drawing 6]It is a rough sectional view for explaining the optical effect of planar microlens as shown in drawing 5.

[Drawing 7]It is a rough sectional view illustrating the manufacturing method of the conventional planar microlens.

[Description of Notations]

1 Silica system glass substrate

2 X-ray mask

2a Opening

3 Sample stage

3a The axis of rotation of a sample stage

4 X-rays

5 Micro lens

6 X-ray mask

6a Hollow

7 X-ray mask holding frame

8 Spring

9 Level drive piezoelectric element

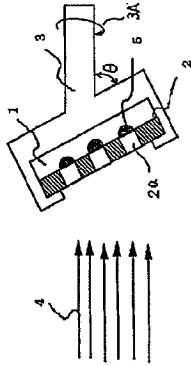
10 Vertical-drive piezoelectric element

[Translation done.]

(51) IntCl. ⁸ G 0 2 B 3/00 G 0 2 F 1/035	F 1 G 0 2 B 3/00 G 0 2 F 1/035	審査請求 未請求 請求項の項 9 O L (全 6 頁)
(21) 出願番号 特開平(0-48948 平成10年(1998) 4月10日	(71) 出願人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番30号 住友 一男 住友 武庫赤穂郡上郡町金出地1431-12 住友 電気工業株式会社技術研究所内 片山 誠 住友 武庫赤穂郡上郡町金出地1431-12 住友 電気工業株式会社技術研究所内 (72) 発明者 井理士 深見 久郎 (外 2名)	

(54) 【発明の名称】 平板マイクローレンズの作製方法

(57) 【要約】
【課題】 高精度の平板マイクローレンズを簡便かつ低コストで製造し得る方法を提案する。
【解決手段】 平板マイクローレンズの作製方法は、シリカ系ガラス基板 (1) を用意し、その基板の複数の領域のそれぞれにマイクローレンズ (5) を生じるように、それら複数の領域に X 線 (4) を照射することによって、それら複数の領域の屈折率を局所的に高めることを特徴としている。



(2) 製造方法。
【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶プロジェクト、光通信用受発光回路、プリンタ、複写機、フアクシミリなどにおける光学素子として用いられる平板マイクローレンズの製造方法に関し、特に、その製造方法の簡便化と高精度化に関するものである。

【0002】
【従来の技術】 図 5 において平板マイクローレンズの一列が横断的な一部断面斜視図で示されており、図 6 においてはそのような平板マイクローレンズの光学的作用が概略的に示されている。これらの図において、ガラス基板 20 の表面に複数のマイクローレンズ 22 は、形成されている。これらのマイクローレンズ 22 は、基板 20 の母相より高い屈折率を有している。すなわち、図 6 に示されているように、マイクローレンズ 22 は、平行光線 23 が入射されたときにはそれらの入射光を焦点 F に集光する作用を生じ得る。

【0003】 このような平板マイクローレンズの作製技術の典型的な一例が、「光学系デザイナーのための小型光学エレメント」、オプトロニクス社、第 26 頁～28 頁に開示されている。図 7 において、このような平板マイクローレンズの典型的な先行技術による作製技術が、概略的な断面図で図解されている。

【0004】 図 7 (A) において、ガラスの屈折率を低下させるイオンを含むガラス基板 20 の表面が金属コーティング層 21 によって覆われる。

【0005】 図 7 (B) において、金属コーティング層 21 をフォトリソグラフィ技術を用いて加工することによって、複数の開口 21b を含むマスクパターンの 21a が形成される。

【0006】 図 7 (C) において、ガラスの屈折率を高めるイオンを含む溶融塩中にガラス基板 20 が浸漬される。そして、矢印で代表して例示されているように、マスク 21a の開口部 21b のみを介して、ガラスの屈折率を低下させるイオンと屈折率を高めるイオンを交換させ、それによってマイクローレンズ 22 が形成される。

【0007】 その後、図 7 (D) に示されているように、マスク 21 を除去することによって、平板マイクローレンズが得られる。

【0008】
【発明が解決しようとする課題】 以上のように、平板マイクローレンズの従来の製造方法は、金属コーティング層の形成、金属コーティング層をパターニングすることによるマスクの形成、マスクを介するイオン交換、およびマスクの除去のように多数の工程を必要とし、また、従来の製造方法では、イオン交換の間にイオンの拡散を伴うので、1 μm 以下のレンズ径を有する平板マイクローレンズを作製することが困難で

ズが簡便に作製される得る。

【0018】シリカ系ガラス基板としてシリカガラスを用いることができ、その場合には除粉機領域において非常に高い透過率を有する平板マイクローレンズを得ることができ。

【0019】他方、シリカ系ガラス基板は、ゲルマニウム、チタン、シリコニウム、リン、およびアルミニウムから選択された少なくとも1つを添加元素として含むものでよい。このような添加元素を含むシリカ系ガラス基板においては、シリカガラスに比べて同じX線照射量で大きな屈折率の上昇が得られる。

【0020】シリカ系ガラス基板に含まれる添加元素の濃度は、深さ方向に関して変化させられるもよい。シリカ系ガラス基板においては、位置が深くなるにつれてX線の吸収量が小さくなる。したがって、深さ方向に均一に分布させられた添加元素を含む基板を用いた場合には、X線の深さのみに依存する吸収分布に対応する屈折率分布が形成される。このとき、X線のエネルギーを制御することによって深さ方向に種々の異なる屈折率分布を形成することは可能であるが、添加元素の深さ方向における濃度分布の変化を利用することによって、深さ方向における屈折率分布をより自由かつ簡単に制御し得ることになる。たとえば、添加元素の濃度が基板の深さに伴って増大させられている場合、深い位置まで屈折率が高められたレンズの形成が可能となる。逆に基板中の深さに伴って添加元素の濃度が減少していれば、屈折率変化が急峻な非常に薄いレンズを形成することができる。

【0021】照射されるべきX線は、0.531keV～10keVの範囲内のエネルギーを有することが好ましい。0.531keVはシリカ系ガラスに含まれる酸素のK吸収線のエネルギーであり、これより低いエネルギーレベルのX線を照射してもシリカ系ガラスの屈折率はほとんど上昇しない。他方、10keV以上のエネルギーレベルのX線は、シリカ系ガラス中の吸収量が0.531keVのX線に比べて1/10程度にまで低下する。したがって、0.531keV～10keVの範囲内のエネルギーを有するX線を照射することによって、シリカ系ガラスの屈折率を効率的に高めることができる。

【0022】**【発明の実施の形態】**図1において、本発明の1つの実施の形態による平板マイクローレンズの製造方法が模式的な断面図で図解されている。まず、基板1としてシリカガラス板、またはゲルマニウム、チタン、シリコニウムA、およびアルミニウムの少なくとも1つを添加元素として含むシリカ系ガラス板が準備される。これらの添加元素は、シリカガラスがX線に照射されたときに、そのガラスの屈折率を高める効果を増大させる作用を有するものである。なお、望まれる場合には、これらの添加元素の濃度はシリカ系ガラス基板の厚さ方向において変化させられてもよい。基板の厚さ方向におけるそのような

ある。

【0009】このような従来の平板マイクローレンズの製造方法の問題に鑑み、本発明は、高精度の平板マイクローレンズを簡便かつ低コストで製造し得る方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による平板マイクローレンズの作製方法においては、シリカ系ガラス基板を用意し、その基板の複数の領域の領域のそれぞれにマイクローレンズを生じようとして複数の領域の領域にX線を照射することによって、それら複数の領域の領域の屈折率を局所的に高めることを特徴としている。

【0011】したがって、本発明の平板マイクローレンズの作製方法によれば、従来の方法における局所的な酸素交換のように複雑で手間のかかる工程を必要とせず、単にX線を局所的に照射するだけで簡便かつ高精度に平板マイクローレンズを作製することが可能になる。

【0012】好ましくは、マイクローレンズのそれぞれに、対してX線に対して透過性の濃度の開口を有するX線マスクパターンが基板の表面に関して実質的に平行で図1に示された相対位置関係に配置され、X線がマスクパターンを介して基板に照射される間に基板はマスクパターンとともに増付位置関係を維持しつつX線の光軸に平行な一定の回転軸のまわりには回転させられ、その回転の間に基板の表面は回転軸と直交していない。また、基板の表面は回転軸のなす角度は、X線照射中に変化させられてもよい。

【0013】このような構造でX線を照射することによって、複数の凸レンズ状のマイクローレンズを含む平板マイクローレンズが簡便に形成される得る。

【0014】X線照射の模式に関しては、基板の表面に実質的に平行にX線マスクパターンを配置し、そのマスクパターンは所定の厚さを有しつつX線の光軸に平行な厚さに対してX線の少なくとも一部を透過する複数の領域の領域または開口を有し、それらの領域または開口の径はマスクパターンの厚さ方向において変化させられており、X線はこのマスクパターンを介して基板に照射されてもよい。

【0015】このような構造でX線を照射しても、複数の凸レンズ状のマイクローレンズを含む平板マイクローレンズが簡便に作製される得る。

【0016】さらに、X線照射の模式としては、マイクローレンズのそれぞれに対してX線に対して透過性の複数の開口を有するX線マスクパターンを基板の表面に関して実質的に平行に配置し、X線がそのマスクパターンを介して基板に照射される間にマスクパターンはその面に平行な2次元振動成分を含んで振動させられてもよい。

【0017】このような構造のX線照射によっても、複数の凸レンズ状のマイクローレンズを含む平板マイクロー

添加元素の濃度変化を利用して、形成されるマイクローレンズにおける厚さや屈折率の変化割合を制御することができる。

【0023】ガラス基板1の表面上には、X線マスク2が配置される。なお、図1においてはX線マスク2はガラス基板1の表面に接して配置されているが、一定の間隔だけ隔てられて配置されてもよい。所定の厚さのX線マスク2は、形成されるべきマイクローレンズ5の口窓に対応した一定径の開口2aのアレイを含んでおり、この対応したX線マスク2と、たとえば金シートをフォトリソグラフィ法またはX線リソグラフィ法で加工することによって形成され得る。しかし、ここでの開口2aは、必ずしも空間的に貫通した孔である必要はなく、X線4の少なくとも一部を透過させ得る状態を意味する。すなわち、X線マスク2は、酸化ケイ素膜のようなX線透過性の膜上に形成された金属膜を加工したものであってもよい。

【0024】ガラス基板1とX線マスク2は試験ステージ3上に装着される。そして、ガラス基板1に対してX線マスク2を介してX線4が照射される。試験ステージ3は、矢印3Aで表わされているように、X線4の光軸に平行な回転軸のまわりには回転せられる。このとき、ガラス基板1の表面はこの回転軸に対して直交しておらず、所定の角度θをなすように回転せられる。なお、この角度θは、X線照射の間に変化させられてもよい。こうして、ガラス基板1のうちのマスク2の開口2aを通過してX線によって基板1の下の局所的領域の屈折率が増大し、マイクローレンズ5が形成される。

【0025】すなわち、開口2aの中心部付近では材料ステージ3の回転3Aの周縁にX線4が最も多く照射されるが、開口2aの周縁側付近では試験ステージ3の回転3Aに伴って開口2aの側壁によってX線4の一部が時間変動しながら運ばれるので、凸レンズ状に屈折率が高められたマイクローレンズ5が形成されるのである。

【0026】ここで、シリカ系ガラスの屈折率を効率的に高めるためには、0.531keV～10keVの範囲内のエネルギーを有するX線を照射することが好ましい。すなわち、0.531keVはシリカ系ガラスに含まれる酸素のK吸収線のエネルギーであり、これより低いエネルギーレベルのX線を照射してもシリカ系ガラスの屈折率はほとんど上昇しない。他方、シリカ系ガラス内において10keV以上のエネルギーを有するX線の吸収量は0.531keVのエネルギーの1/10程度にまで低下する。10keV以上のエネルギーを有するX線を照射した場合には、10keV以上のエネルギーは著しく低下する。なお、X線照射によってシリカ系ガラスの屈折率が高められ得ることは、特開8-169731において詳述されている。

【0027】図2において、本発明のもう1つの実施の形態による平板マイクローレンズの製造方法が模式的な断面図で示されている。

面図で示されている。図2においては、図1の場合と同様にして、ガラス基板1の表面の上にX線マスク6が配置される。しかし、このX線マスク6は、その表面に面状する凹坑を有する貫通孔ではなくて、基板の厚み6aのアレイを含んでおり。これらの厚み6aの各々は、X線源物からガラス基板側に向かって次第に減少させられた口窓を有している。

【0028】このようなガラス基板1とX線マスク6とが試験ステージ3上に装着される。このとき、ガラス基板1とX線マスク6の表面はX線4の光軸に直交させられ、X線4が照射されれば、各厚み6aの中心部で最もX線4が透過し、その周辺部に近い領域ではX線4の透過量が減少する。その結果、厚み6aの中心に近いほどガラス基板1の屈折率がより高くなり、凸レンズ状のマイクローレンズ5が形成される。

【0029】なお、図2ではX線マスク6の厚み6aの口窓はX線源物からガラス基板側に向かって徐々に狭まっているが、これとは逆に、厚み6aの口窓はガラス基板側からX線側に向かって減少させられてもよいことは言うまでもない。また、厚み6aはX線マスク6の両表面から施されたものであってもよく、両面からの厚み6aの中心部で連続せられたものであってもよい。

【0030】図3と図4において、本発明のもう1つの実施の形態による平板マイクローレンズの製造方法が図解されている。図3の正面図は、この実施例で用いられるX線マスクを概略的に図解している。

【0031】図3におけるX線マスク2は、図1の場合と同様に、表面に直交する凹坑を有する開口2aのアレイを含んでおり。このX線マスク2は、ほぼ8と水平駆動圧電素子9を介してフレーム7に装着されており、フレーム7は垂直駆動圧電素子10によって支持されている。すなわち、水平駆動圧電素子9と垂直駆動圧電素子10は、それぞれ、X線マスク2をその面に平行に水平方向と垂直方向に振動させることができる。

【0032】図4に示されているように、ガラス基板1が試験ステージ3上に装着され、その基板1の表面に平行に図3のX線マスクが配置される。そして、圧電素子9と10によって水平方向と垂直方向にマスク2を振動させながら、そのマスク2を介してX線4をガラス基板1に照射することによって、マイクローレンズ5のアレイを形成することができる。

【0033】すなわち、マスク2の開口2aが水平方向と垂直方向に振動する状態でX線4が照射されるとき、開口2aの中心部に比べて周辺部においてX線を時間的に多く露光し、その結果として凸レンズ状に屈折率が大きめられたマイクローレンズ5が形成される。

【0034】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、図7に示された先行技術のように複雑な多数の工程を必要とす

ることなく平板マイクロレンズを簡便に製造することが可能になる。特に、X線マスクは、図7におけるマスク21aのようにガラス基板20上に形成する必要がなく、何回でも繰返し使用することができる。

[0035] また、図7の製造方法ではイオンの拡散を伴ってそれによるばねを生じるので、 $10\mu\text{m}$ 以下の口径のマイクロレンズの形成が困難であるが、本発明の製造方法ではそのようなばねを生じさせることなくX線照射によって屈折率を高めるので、 $10\mu\text{m}$ 以下の口径の微細なマイクロレンズを含む平板マイクロレンズの形成も可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1つの実施の形態による平板マイクロレンズの作製方法を説明するための概略的な断面図である。

【図2】本発明のもう1つの実施の形態による平板マイクロレンズの作製方法を説明するための概略的な断面図である。

【図3】本発明のさらに他の実施の形態による平板マイクロレンズの作製方法に用いられるX線マスクの概略的な正面図である。

【図4】図3のX線マスクを用いて平板マイクロレンズ

を作製する方法を説明するための概略的な断面図である。

【図5】公知の平板マイクロレンズの一例を示す概略的な断面図である。

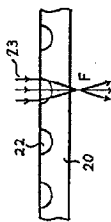
【図6】図5に示されているような平板マイクロレンズの光学的作用を説明するための概略的な断面図である。

【図7】従来の平板マイクロレンズの作製方法を図解する概略的な断面図である。

【符号の説明】

- 1 シリカ系ガラス基板
- 2 X線マスク
- 2a 開口
- 3 試料ステージ
- 3a 試料ステージの回転軸
- 4 X線
- 5 マイクロレンズ
- 6 X線マスク
- 6a 窪み
- 7 X線マスク支持フレーム
- 8 ばね
- 9 水平駆動圧電素子
- 10 垂直駆動圧電素子

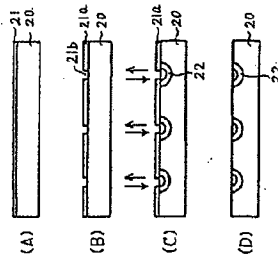
【図6】



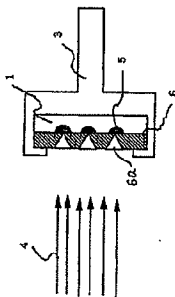
【図5】



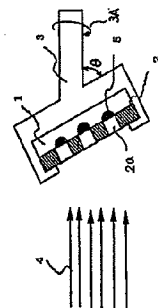
【図7】



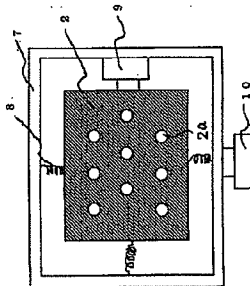
【図2】



【図1】



【図3】



【図4】

